

**PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA
PENJADWALAN PROYEK GEDUNG DINAS SOSIAL KOTA
BLITAR**

NASKAH TERPUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ROYYAN AULABIH
NIM. 105060100111049**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENJADWALAN PROYEK GEDUNG DINAS SOSIAL KOTA BLITAR

Royyan Aulabih , Saifoe El Unas, Kartika P. Negara

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia

E-mail : bangroyy@gmail.com

ABSTRAK

Dalam bidang manajemen proyek, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek. Sehingga dengan adanya keragaman waktu atau durasi yang tidak menentu, penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project Professional akan memiliki indikator lebih dalam keuntungan dan kerugian proyek jika menggunakan metode *Monte Carlo*. Oleh karena itu, salah satu metode digunakan dalam proses analisis risiko untuk menentukan estimasi waktu proyek, yaitu metode simulasi *Monte Carlo*. Metode ini merupakan metode yang umum digunakan untuk simulasi perhitungan probabilitas membahas aspek risiko dalam manajemen proyek. Dengan meninjau latar belakang di atas, pada kasus Gedung Dinas Sosial Kota Blitar maka perlu adanya suatu penelitian untuk mencari durasi penjadwalan yang dapat diterima dan probabilitas penjadwalan pada pembangunan gedung tersebut sehingga mendapat perkiraan waktu yang optimal dan lebih aman.

Pada penelitian ini dilakukan simulasi *Monte Carlo* pada durasi pekerjaan optimis, paling disukai, dan pesimis hasil survey pada pihak kontraktor gedung Dinas Sosial Kota Blitar. Simulasi pada penelitian ini menggunakan *software* @Risk dan distribusi data yang di gunakan adalah distrubusi triangular. Durasi pekerjaan hasil simulasi *Monte Carlo* kemudian digunakan untuk melakukan penjadwalan menggunakan *software* Microsoft Project Professional. Sehingga di dapatkan jadwal dan kurva S hasil simulasi *Monte Carlo* yang selanjutnya akan di analisis dan dibandingkan dengan jadwal durasi rencana, optimis, paling disukai, dan pesimis. Perbedaan jadwal yang di analisis dan di bandingkan pada penelitian kali ini adalah pada total durasi pekerjaan dan besarnya probabilitas selesainya pekerjaan sesuai jadwal.

Hasil dari perbandingan jadwal yang di lakukan pada penelitian kali ini terdapat perbedaan penjadwalan pada total durasi pekerjaan yakni durasi optimis selama 119 hari, durasi paling disukai selama 159 hari, durasi pesimis selama 203 hari dan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari. Perbedaan jadwal pada proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* adalah lama durasi dan besarnya probabilitas penyelesaian pekerjaan. Lama durasi jadwal rencana selama 162 hari dengan probabilitas sebesar 55%. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari dengan probabilitas sebesar 70%.

Kata Kunci : *Monte Carlo*, durasi, penjadwalan.

ABSTRACT

In the field of project management, Monte Carlo simulations are used to calculate or iterate the cost and time of a project by using the values of randomly selected from the probability distribution of the costs and time that may occur with the purpose of calculating the probability distribution of the cost and the total time of a project. So with the diversity of time or duration is uncertain, scheduling using Microsoft Project Professional software will have more indicator in the profit and loss if the project using the Monte Carlo method. Therefore, one of the methods used in the process of risk analysis to determine the estimated time of the project, namely the Monte Carlo simulation method. This method is commonly used method for simulating the calculation of probability to discuss aspects of risk in project management. By reviewing the above background, in the case of Social Service Building Blitar hence the need for a study to look for more indicators to analyze the scheduling of the construction of the building so that it gets the estimated time optimal and safer.

In this study conducted a Monte Carlo simulation on the duration of employment optimistic, most preferred, and pessimistic survey results in the contractor building Social Service Blitar. Simulation in this research using @Risk software and data distribution in use is triangular distribution. The duration of the work results of Monte Carlo simulations are then used to perform scheduling using Microsoft Project Professional software. So in getting schedules and S curves Monte Carlo simulation results which will then be analyzed and compared with the schedule duration of the plan, optimistically, most preferred, and pessimistic. Differences schedule in the analysis and compare the present study was the total duration of the work and the magnitude of the probability of completion of the work on schedule.

Results of the comparison schedule will be undertaken in the present study there is a difference in the total duration of the job scheduling that is optimistic for the duration of 119 days, the most favored for the duration of 159 days, the duration of pessimistic for 203 days and the duration of the results of Monte Carlo simulations for 169 days. Differences schedule on Social Service Building project Blitar when compared with scheduling using Monte Carlo simulation method is the long duration and magnitude of the probability of completion of work. Long duration of the plan scheduled for 162 days with a probability of 55%. While the duration of the results of Monte Carlo simulations for 169 days with a probability of 70%.

PENDAHULUAN

Definisi simulasi *Monte Carlo* menurut *Monte Carlo Method* yang ditulis dalam jurnal yang ditulis Fadjar (2008) adalah semua teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. Pada jurnal yang sama, *Project Management Institute* (2004) menjelaskan bahwa dalam bidang manajemen proyek, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek.

Sehingga dengan adanya keragaman waktu atau durasi yang tidak menentu, penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project Professional akan memiliki indikator lebih dalam keuntungan dan kerugian proyek jika menggunakan metode *Monte Carlo*. Oleh karena itu, salah satu metode digunakan dalam proses analisis risiko untuk menentukan estimasi waktu proyek, yaitu metode simulasi *Monte Carlo*. Metode ini merupakan metode yang umum digunakan untuk simulasi

perhitungan probabilitas membahas aspek risiko dalam manajemen proyek.

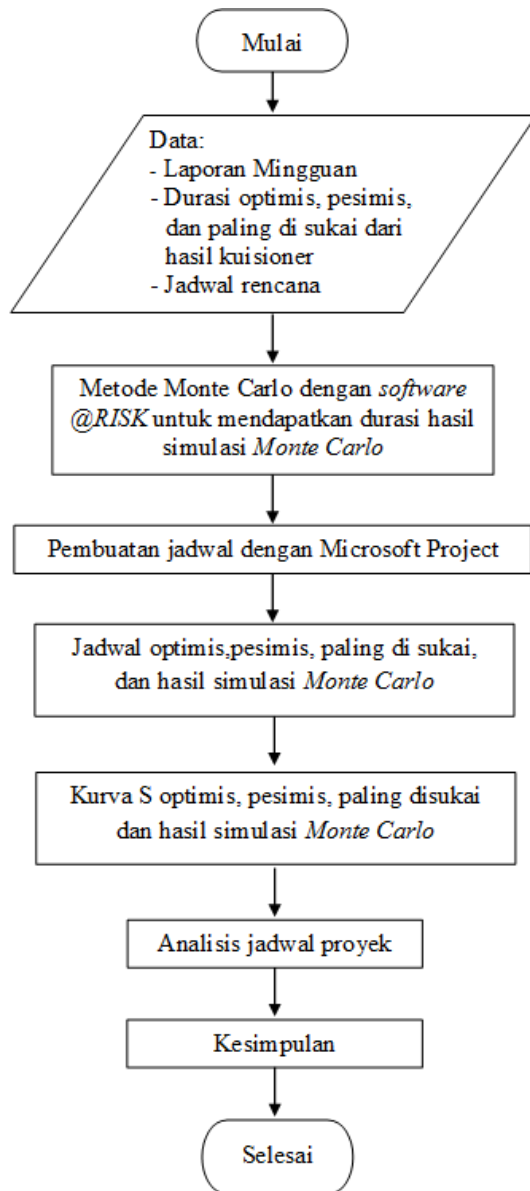
Dengan meninjau latar belakang di atas, pada kasus Gedung Dinas Sosial Kota Blitar maka perlu adanya suatu penelitian untuk mencari indikator lebih dalam menganalisis pembangunan gedung tersebut sehingga mendapat perkiraan waktu yang optimal. Untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan analisis proyek pembangunan gedung dengan metode *Monte Carlo*. Fokus penelitian yang diambil mengenai penerapan teknologi perangkat lunak untuk mencapai kemudahan dalam menjalankan proyek konstruksi pada sub bidang manajemen konstruksi, khususnya dalam hal perencanaan dan pengendalian jadwal.

METODE

Langkah-langkah dalam penelitian :

1. Pengambilan data dengan cara kuisisioner kepada kontraktor pelaksana
2. Memperoleh waktu optimis, pesimis dan yang paling disukai untuk setiap pekerjaan proyek dan jadwal rencana proyek.
3. Mengolah data dengan metode *Monte Carlo* menggunakan *software @RISK* dengan kesalahan maksimal sebesar 2%.

4. Membuat penjadwalan dengan Ms. Project dan kurva s menggunakan hasil *Monte Carlo*.
5. Membandingkan jadwal rencana dengan jadwal hasil simulasi metode *Monte Carlo*.
6. Kesimpulan.

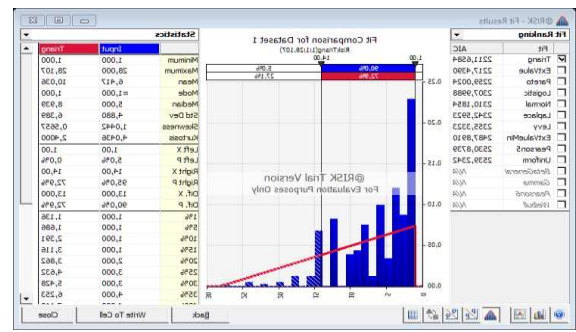


Gambar Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN Pembuktian Distribusi Data

Penentuan distribusi data dapat dibuktikan menggunakan *software*

@*RISK* melalui fitur *Distribution Fitting*. Melalui fitur *Distribution Fitting* dapat diketahui distribusi yang paling dominan pada data tersebut. Sehingga pada langkah berikutnya dapat dilakukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan distribusi yang sesuai. Hasil pembuktian distribusi data dapat dilihat pada gambar. Dari pembuktian distribusi data diketahui bahwa distribusi yang paling dominan adalah distribusi *Triangle*.



Gambar Pembuktian Distribusi

Simulasi Monte Carlo

Setelah diketahui distribusi data yang paling dominan adalah distribusi *triangle*, maka dapat dilakukan simulasi *Monte Carlo* menggunakan distribusi tersebut. Simulasi dilakukan dengan memasukkan *input* berupa waktu durasi, optimis, paling disukai, dan pesimis.

Output yang didapatkan berupa waktu durasi hasil simulasi *Monte Carlo*. Setelah dilakukan simulasi pada setiap *item* pekerjaan, maka didapatkan data statistik dari pekerjaan tersebut. Untuk data dengan bilangan pecahan akan

dibulatkan keatas, karena satuan durasi pekerjaan adalah satuan hari.

Sebelum melakukan simulasi hal yang dilakukan adalah menentukan jumlah iterasi yang diperlukan. Langkah menghitung iterasi adalah sebagai berikut:

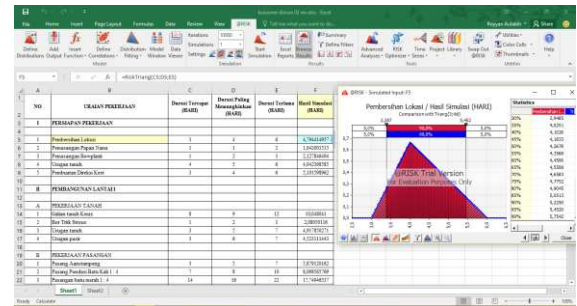
- Mencari standar deviasi
- Mencari rata-rata data
- Mencari standar absolute error maksimal 2% dengan rumus = $0.02 \times \text{rata-rata}$
- Mencari iterasi dengan rumus $N = \left(\frac{3\sigma}{E}\right)^2$

Berikut ini contoh perhitungan iterasi dengan kesalahan maksimal 2% untuk pekerjaan pembersihan lokasi dengan durasi optimis 3 hari dan durasi pesimis 6 hari :

- Standar deviasi dihitung dengan Microsoft excel menggunakan rumus =stdev(waktu min, waktu max). =stdev(3,6) didapatkan hasil 2,12
- Rata-rata dihitung dengan Microsoft excel menggunakan rumus =average(waktu min, waktu max). =average(3,6) didapatkan hasil 4,5
- Absolute error = $0.02 \times 4,5 = 0.09$
- Iterasi = $((3 \times 2.12) / 0.09)^2 = 5000$ iterasi

Dalam pengerjaan simulasi pada program @risk digunakan iterasi sebanyak 10000

kali sesuai pengaturan *default* program. Hal ini dikarenakan iterasi sebanyak 10000 kali pengulangan sudah memenuhi kebutuhan iterasi setiap pekerjaan dengan kesalahan maksimal 2%.



Gambar Simulasi *Monte Carlo* menggunakan *software @RISK*

Penyusunan Penjadwalan dengan Microsoft Project

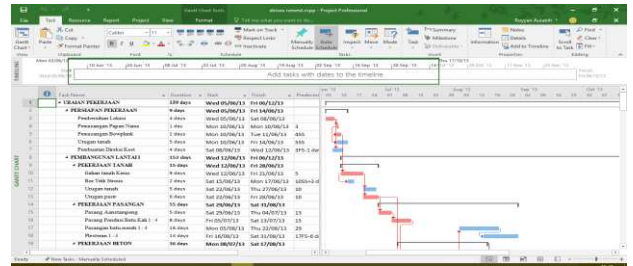
Tahap selanjutnya setelah didapatkan data hasil simulasi *Monte Carlo* untuk setiap pekerjaan, dilakukan penyusunan penjadwalan dengan menggunakan *software* Microsoft Project. Sehingga akan didapatkan 4 buah jadwal yaitu jadwal optimis, jadwal pesimis, jadwal paling disukai dan jadwal hasil simulasi *Monte Carlo*. Langkah pertama adalah membuat jadwal project dengan durasi paling disukai dengan acuan urutan pekerjaan berdasarkan kurva S rencana proyek, sehingga durasi total pekerjaan tidak jauh berbeda dengan durasi pada kurva S rencana proyek. Setelah didapatkan susunan pekerjaan pada Microsoft Project, maka dibuat jadwal pekerjaan dengan durasi optimis, pesimis,

paling disukai dan hasil simulasi *Monte Carlo*.

Berikut langkah-langkah penjadwalan dengan Microsoft Project :

1. Mulai Microsoft Project dengan memilih blank project.
2. Masukkan data setiap item pekerjaan dari hasil simulasi *Monte Carlo*. Tentukan waktu pekerjaan proyek yang akan dimulai dengan *tollbar project, project information, start date*.
3. Gunakan *automatically task mode* untuk mempermudah penjadwalan di Microsoft Project.
4. Setelah itu memasukkan durasi setiap pekerjaan pada Microsoft Project.
5. Tentukan waktu kerja proyek pada *tollbars project, change working time, work weeks, detail*. Agar proyek dikerjakan pada hari senin sampai dengan sabtu dengan durasi 8 jam kerja.
6. Kemudian membuat jadwal proyek dan *predecessor* sesuai dengan kurva S rencana sebagai acuan.

Berikut ini contoh penjadwalan menggunakan Microsoft Project.



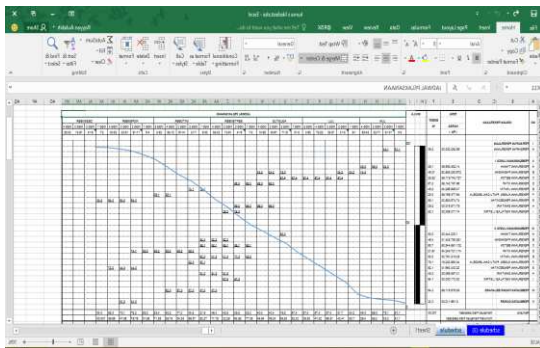
Gambar Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project

Penyusunan Kurva S

Sebelum menyusun kurva S harus diketahui jadwal dari masing - masing kegiatan, bobot (persentase) dari kegiatan tersebut hingga distribusinya. Kurva S terdiri dari sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau jam-orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal sebagai waktu kalender masing dari angka 0 sampai 100 ini. Jadwal tiap pekerjaan diperoleh dari hasil penjadwalan Microsoft Project, sedangkan bobot tiap pekerjaan diperoleh dari data kurva S proyek. Langkah – langkah untuk membuat kurva S adalah sebagai berikut :

1. Masukkan data setiap item pekerjaan dari *Microsoft Project*.
2. Mencari bobot setiap pekerjaan dilakukan dengan membagi harga setiap item pekerjaan dengan harga total pekerjaan yang dianalisa.

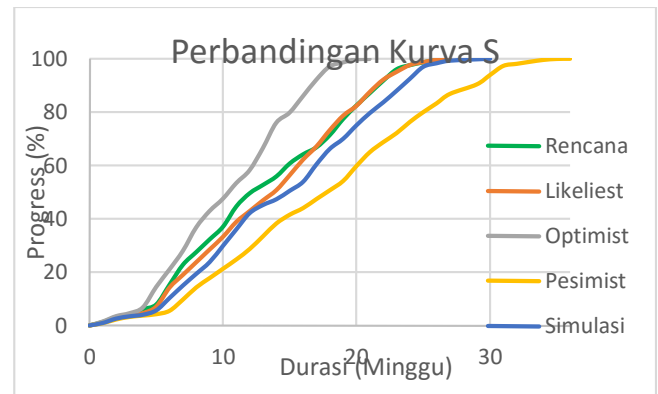
3. Menghitung komulatif setiap pekerjaan hingga mencapai 100%.
4. Membuat grafik kurva S dengan *tollbars insert, line, 2D line*.
5. Kemudian masukkan hasil komulatif kemajuan fisik pekerjaan pada *select data source*.
6. Mengatur posisi grafik kurva S agar tepat di awal proyek hingga proyek selesai (0%-100%).



Gambar Contoh Hasil Kurva S

Analisis Jadwal Proyek

Dari hasil penjadwalan didapatkan empat macam kurva S yakni durasi optimis, paling disukai, pesimis dan hasil simulasi yang selanjutnya dibandingkan dengan kurva S rencana proyek. Berikut adalah perbandingan kurva S proyek dan hasil simulasi.



Gambar Perbandingan Kurva S Rencana dan Hasil Simulasi

Tabel Total Durasi Penjadwalan

Jadwal	Optimis	Paling Disukai	Pesimis	Hasil Simulasi
Durasi (hari)	119	159	203	169

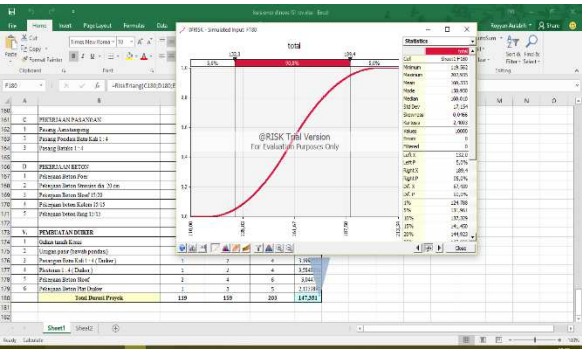
Dari Gambar Perbandingan Kurva S Rencana dan Hasil Simulasi dan Tabel Total Durasi Penjadwalan dapat dilihat bahwa jadwal rencana berada diantara durasi optimis dan durasi pesimis. Sehingga perencana atau kontraktor telah memperhitungkan durasi yang aman untuk proyek tersebut. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* dapat dipertimbangkan sebagai jadwal yang lebih ideal, dikarenakan jadwal tersebut berada diantara durasi yang paling disukai dan durasi pesimis. Sehingga jadwal tersebut lebih aman untuk digunakan dan probabilitasnya lebih besar. Perbedaan juga dapat di temukan pada pekerjaan kritis di tiap – tiap pekerjaan, dapat di lihat bahwa jadwal dengan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* memiliki pekerjaan kritis

yang paling sedikit dibandingkan dengan jadwal lainnya yaitu sebanyak 25 pekerjaan kritis.

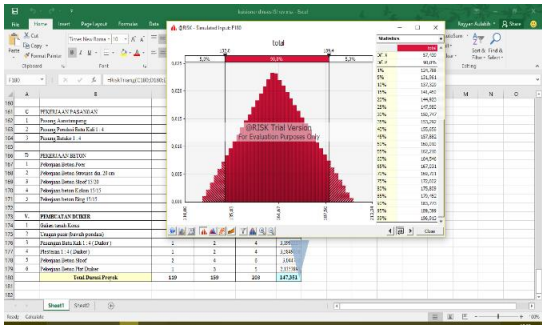
Probabilitas Penjadwalan

Dari hasil simulasi menggunakan *software @RISK* telah diketahui probabilitas penyelesaian pekerjaan proyek hasil simulasi *Monte Carlo* tiap pekerjaan yang telah di susun menjadi jadwal pada *software* Microsoft Project menghasilkan total durasi selama 169 hari dengan probabilitas sebesar 70%. Jadwal dari hasil simulasi memiliki probabilitas yang lebih besar bila di bandingkan dengan jadwal rencana yang memiliki durasi selama 162 hari dengan probabilitas sebesar 55%. Untuk memperbesar probabilitas selesainya proyek sesuai jadwal dan menghindari resiko yang tidak diinginkan pada

kelangsungan proyek, hendaknya dapat diperhitungkan lebih baik lagi untuk perencanaan jadwal proyek.



Gambar Grafik Frekuensi dengan Deskripsi Statistik



Gambar Grafik Frekuensi

Tabel Probabilitas Durasi Penyelesaian Proyek

Jadwal	Durasi	Probabilitas
Rencana	162	55%
Optimis	119	1%
Paling Disukai	159	50%
Pesimis	203	99%
Hasil Simulasi	169	70%

Tabel Persentase Probabilitas Penyelesaian Proyek

Persentase	Durasi	Persentase	Durasi
1%	124,788	55%	162,216
10%	137,329	60%	164,546
15%	141,450	65%	167,031
20%	144,923	70%	169,701
25%	147,980	75%	172,602
30%	150,747	80%	173,809
35%	153,292	85%	179,452
40%	155,656	90%	183,773
45%	157,882	95%	189,399
50%	160,010	99%	196,913

KESIMPULAN

1. Penjadwalan pada pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar sudah mempertimbangkan waktu yang aman karena durasi tiap pekerjaan pada jadwal rencana berada diantara durasi optimis dan pesimis. Total durasi pekerjaan dari penjadwalan optimis selama 119 hari dan penjadwalan pesimis selama 203 hari. Sedangkan total durasi rencana selama 162 hari.
2. Metode *Monte Carlo* dapat diterapkan pada penjadwalan pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar dengan cara

melakukan simulasi *Monte Carlo* dari data durasi optimis, paling disukai dan pesimis. Setelah didapatkan data hasil simulasi, dapat dilakukan penjadwalan menggunakan durasi hasil simulasi.

3. Hasil penerapan metode *Monte Carlo* pada penjadwalan pekerjaan Gedung Dinas Sosial Kota Blitar dapat mengetahui total durasi dari waktu simulasi *Monte Carlo* yaitu selama 169 hari dan dapat mengetahui probabilitas terlaksananya pekerjaan sesuai dengan jadwal.

4. Terdapat perbedaan penjadwalan pada total durasi pekerjaan yakni durasi optimis selama 119 hari, durasi paling disukai selama 159 hari, durasi pesimis selama 203 hari dan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari. Sedangkan perbedaan pada pekerjaan kritis pada jadwal durasi optimis memiliki 38 pekerjaan kritis, jadwal durasi paling disukai memiliki 42 pekerjaan kritis, jadwal durasi pesimis memiliki 30 pekerjaan kritis, jadwal durasi hasil simulasi memiliki pekerjaan kritis yang paling sedikit sebanyak 25 pekerjaan, sehingga jadwal hasil simulasi memiliki resiko yang lebih kecil di banding jadwal yang lain.
5. Perbedaan jadwal pada proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar bila dibandingkan dengan penjadwalan menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* adalah lama durasi dan besarnya probabilitas penyelesaian pekerjaan. Lama durasi jadwal rencana selama 162 hari dengan probabilitas sebesar 55%. Sedangkan durasi hasil simulasi *Monte Carlo* selama 169 hari dengan probabilitas sebesar 70%.

SARAN

Sebaiknya para perencana atau kontraktor untuk memiliki estimasi durasi optimis, paling disukai dan pesimis selain jadwal rencana yang ada. Sehingga dapat memudahkan perencana atau kontraktor untuk memiliki alternatif estimasi penjadwalan. Untuk alternatif tersebut bisa dipertimbangkan penggunaan metode *Monte Carlo* dalam merencanakan penjadwalan pekerjaan proyek, dikarenakan dengan metode ini dapat memperkirakan besarnya probabilitas terlaksananya pekerjaan proyek sesuai dengan jadwal. Sehingga dapat merencanakan jadwal yang efisien dan mengurangi resiko yang mungkin terjadi pada pelaksanaan pekerjaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadjar, A. 2008. *Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek*. Jurnal SMARTek. 6 (4):222-227.
- Monte Carlo Method. 2008. *Monte Carlo Method*.
http://www.riskglossary.com/link/monte_carlo_method.htm.
(diakses 20 Mei 2015).
- Project Management Institute. 2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide*. 3rd ed. Newton Square. Pennsylvania: Project Management Institute.

Rubinstein, R. Y. 1981. *Simulation and the Monte Carlo Method*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc.

Soeharto. I. 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jilid I. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.